

ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДИЛАТОГРАММ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

Леонтьев П.А. Панов Д.О.

Руководитель - Заведующий кафедрой МТО, профессор, доктор технических наук, Симонов Ю.Н.

Пермский национально исследовательский политехнический университет,
г. Пермь
mto@pstu.ru

Дилатометрия позволяет с высокой точностью определять положение критических точек, исследовать кинетику фазовых превращений в широком диапазоне температур и скоростей нагревов и охлаждений, а также получать данные о концентрации дефектов [1]. Современные дилатометры записывают данные о ходе дилатометрического исследования с высокой точностью, и сохраняют их в виде текстовых файлов. Наиболее рациональной, представляется автоматизированная обработки таких фалов. Однако, программных средств для этой обработки, в широком доступе нет.

Из необходимости в обработке большого количества однотипных дилатограмм, следует задача создания программного обеспечения, позволяющего упростить работу исследователя.

Исследование проводилось на стали 12Х2Г2НМФТ. Химический состав: С 0,12%; Si 0,19; Mn 2,23; Cr 2,38; Ni 1,38; V 0,09; Ti 0,02; Mo 0,43; S 0,005; P 0,008. Дилатометрические исследования проводили на базе центра коллективного пользования УрФУ на закалочном дилатометре "LinseisL 78", оснащенном индукционным датчиком продольного перемещения "SchaevitzHR 100 (MC)". Сбор полученных данных проводили с помощью пакета программ, поставляемых вместе с прибором. Обработка полученных данных осуществлялась при помощи специально разработанного программного обеспечения.

Для определения критических точек была выбрана методика из [2]. Используется первая производная от относительного удлинения по температуре, которая по физическому смыслу является истинным коэффициентом линейного термического расширения (КЛТР).

Количество аустенита в образце вычисляли по формуле:

$$C_{\gamma} = \frac{\delta_{\alpha} - \delta}{\delta_{\alpha} - \delta_{\gamma}} \quad (1).$$

Где δ_{α} и δ_{γ} функции соответствующие линейному расширению α и γ фаз, полученные с участков нагрева/ охлаждения, на которых отсутствуют фазовые превращения. А δ - относительное удлинение образца.

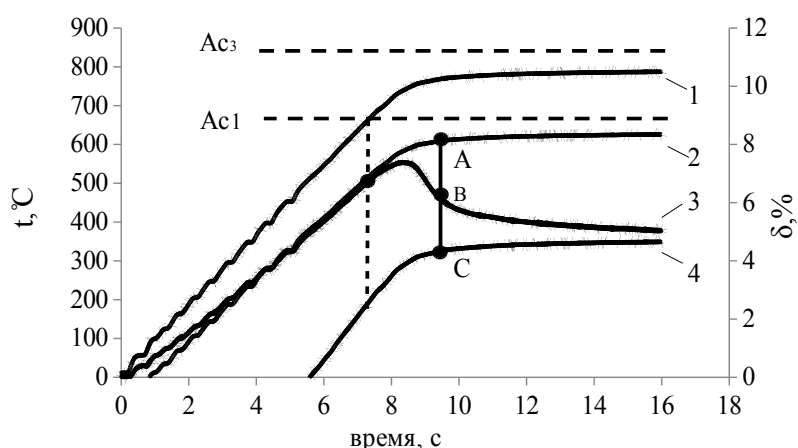


Рисунок 1. Графическое представление аналитического метода в приложении к осям удлинение - время. 1-график температуры; 2 и 4-удлиненные α и γ фаз соответственно; 3-относительное удлинение образца.

Графическое представление этого выражения совпадает с простым графическим анализом [3], однако позволяет перейти к осям «относительное удлинение - время», (рисунок 1) точки A и C соответствуют $\delta_\gamma(t)$ и $\delta_\alpha(t)$ а точка B , мгновенному дилатометрическому эффекту, δ . Функциональные зависимости $\delta_\gamma(t)$ и $\delta_\alpha(t)$ можно получать исследуя дилатометрические данные снятые с образцов подвергнутых полной аустенитизации. Что, в свою очередь, позволяет аналитически вычислить объёмную долю фаз для любого момента времени, как для условий непрерывного нагрева, так и для выдержек в МКИ.

Указанные методики были использованы при написании программы на языке C# один из режимов использования которой приведён на рисунке 2.

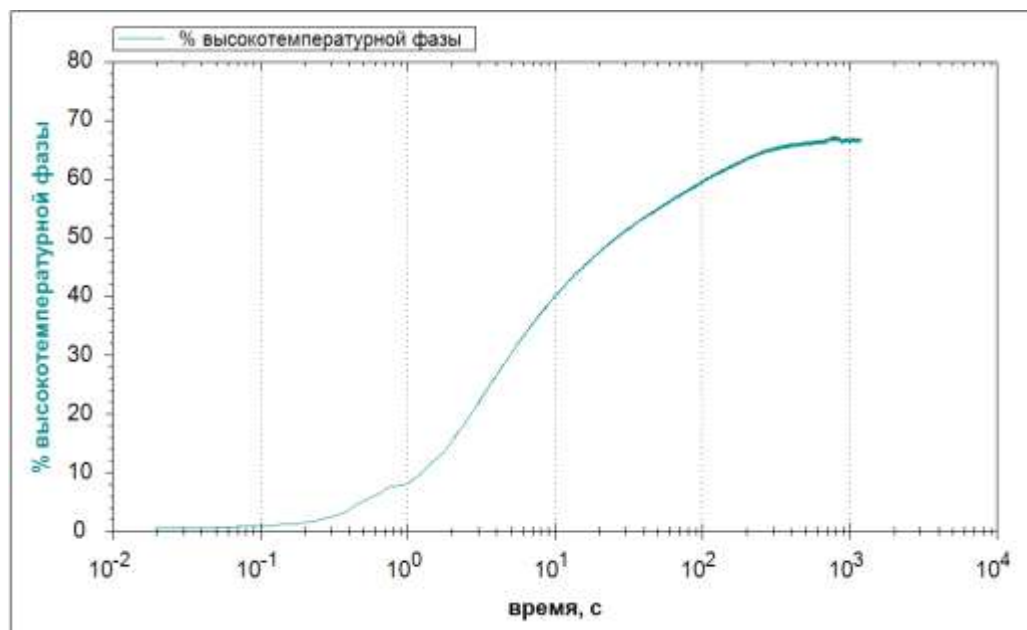


Рисунок 2. Аустенитизация стали 12Х2Г2НМФТ в МКИ.
На рисунке 2 представлен график аустенизации закалённого образца

стали 12Х2Г2НМФТ при нагреве до 750°C и выдержке 1200 секунд при логарифмической шкале времени. Отсчёт времени ведётся от начала аустенитизации. На обработку файла с данными о ходе эксперимента, ушло 20 минут.

Таким образом, была написана программа, которая позволяет значительно сократить трудоёмкость обработки результатов дилатометрических исследований для случаев высоких скоростей нагревов и охлаждений. А так же, для исследования выдержек в МКИ.

Список используемых источников:

1) В.Т. Черепин Экспериментальная техника в физическом металловедении Киев Техника 1968г.

2) C.Garcia de Andres, F.G. Caballero etc. Application of dilatometric analysis to the study of solid-solid phase transformations in *steels Materials Characterization* 48 (2002) 101-111

3) Л.И. Гладштейн, Т.Н. Риваненок, А.В. Христов Дилатометрический анализ кинетики полиморфного превращения при нагреве стали// Заводская Лаборатория. Диагностика материалов №6 2008.